Docket No.: T2171.0212
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Toshihiro Nakajima

Application No.: Not Yet Assigned | Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith | Art Unit: N/A

For: MICRO LENS ARRAY AND ITS MANFACTURE | Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

Country	Application No.	Date
Japan	2002-292525	October 4, 2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: October 6, 2003

Respectfully submitted,

By _____

Mark J. Thronson
Registration No.: 33,082
DICKSTEIN SHAPIRO MORIN & OSHINSKY LLP
1177 Avenue of the Americas
41st Floor
New York, New York 10036-2714
(212) 835-1400
Attorney for Applicant

DA

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application:	２００２年１０月　４日
出願番号 Application Number:	特願２００２－２９２５２５
[ST. 10/C]:	［ＪＰ２００２－２９２５２５］
出願人 Applicant(s):	ヤマハ株式会社

H8098 0 P

２００３年　９月　１日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

出証番号　出証特２００３－３０７０８２０

【書類名】　特許願

【整理番号】　C-30628

【提出日】　平成14年10月 4日

【あて先】　特許庁長官　殿

【国際特許分類】　G02B　3/00

【発明者】

【住所又は居所】　静岡県浜松市中沢町１０番１号ヤマハ株式会社内

【氏名】　中嶋　敏博

【特許出願人】

【識別番号】　000004075

【氏名又は名称】　ヤマハ株式会社

【代理人】

【識別番号】　100075074

【弁理士】

【氏名又は名称】　伊沢　敏昭

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　063005

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　マイクロレンズアレイとその製法

【特許請求の範囲】

【請求項１】

一方の主面に複数のレンズと金属製の複数の嵌合ピンとが形成された透光性の基板と、

前記一方の主面に重なるべき重なり部とこの重なり部に連続して広がり且つ前記一方の主面に重なることのない非重なり部とを有し、前記重なり部には前記複数のレンズに対応する透光窓と前記複数の嵌合ピンにそれぞれ対応する複数の嵌合孔とを付与し、前記非重なり部には複数のガイドピン挿通孔を付与するように形成された金属製の結合板であって、前記重なり部を前記一方の主面に重ねた状態で前記複数の嵌合孔に前記複数の嵌合ピンをそれぞれ嵌合させて前記基板に装着されたものと

を備えたマイクロレンズアレイ。

【請求項２】　前記複数の嵌合孔は、いずれも前記結合板の前記基板側の主面に近づくにつれてサイズが増大するように形成されている請求項１記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項３】　前記複数のガイドピン挿通孔は、いずれも前記結合板の前記基板側の主面に近づくにつれてサイズが増大するように形成されている請求項１又は２記載のマイクロレンズアレイ。

【請求項４】

一方の主面に複数のレンズが形成されると共に該一方の主面に金属製の嵌合ピンがメッキ処理により形成された透光性の基板と、前記一方に主面に重なるべき重なり部とこの重なり部に連続して広がり且つ前記一方の主面に重なることのない非重なり部とを有し、前記重なり部には前記複数のレンズに対応する透光窓と前記複数の嵌合ピンにそれぞれ対応する複数の嵌合孔とを付与し、前記非重なり部には複数のガイドピン挿通孔を付与するようにメッキ処理により形成された金属製の結合板とを用意するステップと、

前記結合板の重なり部を前記基板の一方の主面に重ねた状態で前記複数の嵌合

孔に前記複数の嵌合ピンをそれぞれ嵌合させて前記基板に前記結合板を装着するステップと
を含むマイクロレンズアレイの製法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

この発明は、光ファイバアレイ等の光部品に結合して用いるに好適なマイクロレンズアレイと、このマイクロレンズアレイを製作する方法とに関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来、マイクロレンズアレイとしては、図３１に示すものが知られており（例えば、【特許文献１】参照）、図２８～３０は、このマイクロレンズアレイの製法を示すものである。

【０００３】

図２８の工程では、厚さ５００μｍのシリコン基板３の一方の主面に厚さ５０μｍの石英ガラス層４を形成した後、石英ガラス層４の上に所望のレンズパターンに従って球面状凸部をなすようにレジスト層５ａ～５ｃをホトリソグラフィ及び熱処理により形成する。

【０００４】

図２９の工程では、ＲＩＥ（反応性イオンエッチング）法によりレジスト層５ａ～５ｃ及び石英ガラス層４にエッチング処理を施すことにより石英ガラス層４の上面にレジスト層５ａ～５ｃのレンズパターンを転写してレジスト層５ａ～５ｃにそれぞれ対応する凸レンズ４ａ～４ｃを形成する。各凸レンズの直径は、６０μｍとすることができる。この後、基板３の他方の主面に接続孔形成用の孔６ａ～６ｃを有するレジスト層６をホトリソグラフィ処理により形成する。

【０００５】

図３０の工程では、レジスト層６をマスクとするドライエッチング処理によりシリコン基板３に凸レンズ４ａ～４ｃにそれぞれ対向して接続孔３ａ～３ｃを形

成する。各接続孔において、深さは５００μｍ、直径は１２５μｍ（光ファイバの直径に相当）とすることができる。

【０００６】

図３１は、図３０のマイクロレンズアレイにおいて、接続孔３ａに光ファイバ７を挿入した状態を示すもので、接続孔３ａの深さが接続孔３ａの直径の２倍以上あるので、光ファイバ７は、接続孔３ａで確実に保持される。また、凸レンズ４ａ及び接続孔３ａは、凸レンズ４ａの中心軸と接続孔３ａの中心軸とが一致すると共に凸レンズ４ａの焦点距離が凸レンズ４ａの頂部から接続孔３ａの底面までの距離に一致するように配置されるので、光ファイバ７をその先端が接続孔３ａの底面に接触するように接続孔３ａに挿入することで光ファイバ７の端面の中央位置に凸レンズ４ａの焦点を合わせることは理論的には可能である。

【０００７】

【特許文献１】

特開平９－９０１６２号公報

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

上記した従来技術によると、図２９，３０の工程において例えば凸レンズ４ａの中心軸や焦点距離に適合するように接続孔３ａを形成するのが実際上困難である。そこで、光ファイバ７からの光が凸レンズ４ａで適切にコリメートされるようにするためには、１本の光ファイバを接続孔に挿入するたびに光ファイバに光を通した状態で光ファイバの位置調整を行なう必要があり、時間を要する面倒な作業となるのを免れない。

【０００９】

また、シリコン基板３上に石英ガラス層４を形成した複合基板を加工して光ファイバ接続孔付きマイクロレンズアレイを作成しているため、石英ガラス層４において凸レンズ４ａ～４ｃを形成した面とは反対側の面に凸レンズを形成したり、斜め研磨を施したりすることができない。換言すれば、両凸レンズ形式のマイクロレンズアレイや反射戻り光抑制用の斜め研磨面を有するマイクロレンズアレイについては、石英ガラス層４の両面を使用する必要があるため、シリコン基板

３を用いて光ファイバ接続孔を形成することができず、光ファイバアレイとの結合を達成できない。

【００１０】

この発明の目的は、光ファイバアレイ等の光部品に対して簡単に且つ精度良く結合することができる新規なマイクロレンズアレイとその製法を提供することにある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

この発明に係るマイクロレンズアレイは、

一方の主面に複数のレンズと金属製の複数の嵌合ピンとが形成された透光性の基板と、

前記一方の主面に重なるべき重なり部とこの重なり部に連続して広がり且つ前記一方の主面に重なることのない非重なり部とを有し、前記重なり部には前記複数のレンズに対応する透光窓と前記複数の嵌合ピンにそれぞれ対応する複数の嵌合孔とを付与し、前記非重なり部には複数のガイドピン挿通孔を付与するように形成された金属製の結合板であって、前記重なり部を前記一方の主面に重ねた状態で前記複数の嵌合孔に前記複数の嵌合ピンをそれぞれ嵌合させて前記基板に装着されたものと

を備えたものである。

【００１２】

この発明のマイクロレンズアレイによれば、透光性基板の一方の主面には薄膜プロセスにより複数のレンズ及び金属製の複数の嵌合ピンを簡単に且つ精度良く形成可能である。また、複数の嵌合孔及び複数のガイドピン挿通孔を有する結合板は、薄膜プロセスにより簡単に且つ精度良く形成可能である。このため、嵌合孔に対する嵌合ピンの嵌合精度が良好になると共に、ガイドピン挿通孔に対するガイドピンの嵌合精度が良好となる。従って、光ファイバ等の光部品に設けた複数のガイドピンをこの発明のマイクロレンズアレイの複数のガイドピン挿通孔にそれぞれ嵌合させることで簡単に且つ精度良く結合を達成することができる。

【００１３】

この発明のマイクロレンズアレイにあっては、各嵌合孔及び／又は各ガイドピン挿通孔を結合板の基板側主面に近づくにつれてサイズが増大するように形成してもよい。ここで、サイズとは、直径又は一辺の長さ等をいう。このようにすると、各嵌合孔に対する嵌合ピンの挿入が容易になると共に、各ガイドピン挿通孔に対するガイドピンの挿入が容易になる。このため、各嵌合孔及び／又は各ガイドピン挿通孔は、できるだけ小さく形成することができ、精密な嵌合が可能になる。

【００１４】

この発明に係るマイクロレンズアレイの製法は、

一方の主面に複数のレンズが形成されると共に該一方の主面に金属製の嵌合ピンがメッキ処理により形成された透光性の基板と、前記一方に主面に重なるべき重なり部とこの重なり部に連続して広がり且つ前記一方の主面に重なることのない非重なり部とを有し、前記重なり部には前記複数のレンズに対応する透光窓と前記複数の嵌合ピンにそれぞれ対応する複数の嵌合孔とを付与し、前記非重なり部には複数のガイドピン挿通孔を付与するようにメッキ処理により形成された金属製の結合板とを用意するステップと、

前記結合板の重なり部を前記基板の一方の主面に重ねた状態で前記複数の嵌合孔に前記複数の嵌合ピンをそれぞれ嵌合させて前記基板に前記結合板を装着するステップと

を含むものである。

【００１５】

この発明のマイクロレンズアレイの製法によれば、メッキ処理等を含む薄膜プロセスを用いて簡単に且つ精度良くマイクロレンズアレイを製作することができる。

【００１６】

【発明の実施の形態】

図１は、この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの組立て前の状態を示すもので、このマイクロレンズアレイの組立て後の状態は、図２に示されている。図２は、図１のＸ－Ｘ’線断面に対応する。マイクロレンズアレイＬＡは

、石英基板１０と、この基板に装着される金属製の結合板２０とを備えている。

【００１７】

石英基板１０の一方の主面には、凸状のレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$が一列状に形成されると共に、嵌合ピン１２，１４がレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$を含むレンズ列の一方側及び他方側にそれぞれ形成されている。レンズＬ$_1$～Ｌ$_5$は、レジストからなるレンズパターンをエッチングにより基板１０の一方の主面に転写することにより形成されたものである。嵌合ピン１２，１４は、いずれも基板１０の一方の主面にメッキ下地層を介してメッキされたＮｉ－Ｆｅ合金等の金属からなるものである。メッキ下地層は、図１３に示すＣｕ／Ｃｒ積層５０，５２に相当するが、図１～５では、図示を省略した。

【００１８】

基板１０は、一例として長方形状のもので、長辺の長さＡは６ｍｍ、短辺の長さＢは１．５ｍｍ、厚さＴは１．２５ｍｍとすることができる。Ｌ$_1$等の各レンズの直径は０．５ｍｍ、隣り合うレンズ間のピッチ（レンズ中心間の距離）Ｐは０．５ｍｍとすることができる。

【００１９】

結合板２０は、基板１０の一方の主面に重なるべき重なり部と、この重なり部に連続して広がり且つ基板１０の一方の主面に重なることのない非重なり部とを有し、重なり部にはレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$に対応する透光窓２２と、嵌合ピン１２，１４にそれぞれ対応する嵌合孔２４，２６とを付与し、非重なり部にはガイドピン挿通孔２８，３０を付与するようにメッキされたＮｉ－Ｆｅ合金等の金属からなっている。透光窓２２は、レンズＬ$_1$～Ｌ$_5$の通過光の透過を可能にするもので、Ｌ$_1$等の各レンズ毎に１個設けるようにしてもよい。嵌合孔２４，２６は、いずれも結合板２０の一方の主面から他方の主面に貫通し且つ他方の主面に近づくにつれてサイズ（直径）が増大するように形成されている。ガイドピン挿通孔２８，３０は、いずれも結合板２０の一方の主面から他方の主面に貫通し且つ他方の主面に近づくにつれてサイズ（直径）が増大するように形成されている。

【００２０】

結合板２０は、一例として長方形状のもので、長辺の長さａは１１ｍｍ、短辺

の長さｂは３ｍｍ、厚さｔは５０～１００μｍとすることができる。透光窓２２は、一例として長方形状のもので、長辺の長さｃは３ｍｍ、短辺の長さｄは１ｍｍとすることができる。ガイドピン挿通孔２８，３０は、結合相手となる光部品（例えばファイバアレイ）に設けられたガイドピン３２，３４がそれぞれ挿通（嵌合）されるもので、結合板２０の一方の主面側の小サイズ端の開口サイズは１ｍｍ、結合板２０の他方の主面側の大サイズ端の開口サイズは、１．２ｍｍとすることができる。ガイドピン３２，３４は、いずれもステンレススチール又はセラミックからなる円柱状のもので、直径は１ｍｍとすることができる。

【００２１】

嵌合孔２４，２６は、透光窓２２の対角線上に位置するように形成し、嵌合ピン１２，１４は、嵌合孔２４，２６に対応する位置に形成したが、嵌合孔－嵌合ピンの配置は、透光窓２２の四隅に配置するなど位置や個数を変更してもよい。このことは、ガイドピン挿通孔２８，３０についても同様である。

【００２２】

マイクロレンズアレイＬＡを組立てる際には、図２に示すように基板１０の一方の主面に結合板２０の他方の主面を重ねた状態で嵌合ピン１２，１４を嵌合孔２４，２６にそれぞれ嵌合させて結合板２０を基板１０に結合する。このとき、各嵌合孔には、大サイズ端側から嵌合ピンが挿入されるので、簡単且つスムーズに挿入を行なえる。

【００２３】

基板１０のレンズ形成面には、後述するようにレンズ位置を基準にして薄膜プロセスにより嵌合ピン１２，１４を形成するので、レンズ位置に対する嵌合ピン１２，１４の位置精度（設計位置に対する誤差）は、±０．２μｍ以内とすることができる。このため、嵌合孔２４，２６に対する嵌合ピン１２，１４の嵌合精度は、±０．３μｍ以内とすることができ、ガイドピン挿通孔２８，３０に対するガイドピン３２，３４の嵌合精度は、±０．５μｍ以内とすることができる。

【００２４】

図２には、一例として光ファイバアレイＦＡにマイクロレンズアレイＬＡを結合した状態を示す。光ファイバアレイＦＡは、図２，３に示すように光ファイバ

ホルダ３６の一方の端面から他方の端面に貫通するように並設された保持孔Ｈ$_1$～Ｈ$_5$でそれぞれ光ファイバＦ$_1$～Ｆ$_5$を保持するもので、各光ファイバの端面は、光ファイバホルダ３６の一方の端面と共通の平面をなすように該一方の端面に露呈している。光ファイバホルダ３６の一方の端面から他方の端面に貫通するようにガイドピン挿通孔Ｐ$_1$，Ｐ$_2$が保持孔Ｈ$_1$～Ｈ$_5$を含む保持孔群の一方側及び他方側にそれぞれ設けられており、ガイドピン挿通孔Ｐ$_1$，Ｐ$_2$には、ガイドピン３２，３４がそれぞれスライド自在に挿通されている。

【００２５】

光ファイバアレイＦＡにマイクロレンズアレイＬＡを結合する際には、光ファイバアレイＦＡの一方の端面に基板１０の他方の主面（レンズ形成面とは反対側の面）を対向させた状態で結合板２０のガイドピン挿通孔２８，３０にそれぞれガイドピン３２，３４を挿通（嵌合）し、アレイＦＡの一方の端面に基板１０の他方の端面を接近又は接触させる。このとき、各ガイドピン挿通孔には、大サイズ端側からガイドピンが挿入されるので、簡単且つスムーズに挿入を行なえる。この後は、マイクロレンズアレイＬＡの光軸方向の位置を調整し、所望のコリメート光が得られた位置でマイクロレンズアレイＬＡを光ファイバアレイＦＡに接着剤で接着・固定することができる。マイクロレンズアレイ単位で調整作業を行なえるので、作業効率が向上する。この発明のマイクロレンズアレイＬＡは、光ファイバアレイに対して±１μｍ以内の位置精度で結合を達成することができる。

【００２６】

光ファイバアレイＦＡにあっては、ガイドピン３２，３４をスライド可能としたが、光ファイバホルダ３６の一方の端面から突出するように固定してあってもよい。結合相手となる光部品としては、光ファイバアレイに限らず、発光素子アレイ、受光素子アレイ等を用いることもできる。マイクロレンズ基板としては、片凸レンズ形式のものに限らず、図４，５に示す形式のものを用いてもよい。

【００２７】

図４に示すマイクロレンズ基板は、石英基板１０の一方の主面に凸状のレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$と金属製の嵌合ピン１２，１４とを前述したと同様に形成すると共に

、基板１０の他方の主面にレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$にそれぞれ対向して凸状のレンズＬ１１～Ｌ１５を形成したものである。レンズＬ１１～Ｌ１５は、レンズＬ$_1$～Ｌ$_5$と同様にレジストからなるレンズパターンをエッチングにより基板１０の他方の主面に転写して形成される。

【００２８】

図５，６に示すマイクロレンズ基板は、石英基板１０の一方の主面に凸状のレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$と金属製の嵌合ピン１２，１４とを前述したと同様に形成すると共に、基板１０の他方の主面にレンズＬ$_1$～Ｌ$_5$を含むレンズ列に対向して傾斜面形成部１６を設けたものである。傾斜面形成部１６は、図６に示すように基板１０の他方の主面に対してθ＝５～１５度（好ましくは８度）の傾きを有する傾斜面を形成するもので、傾斜面の向きは、レンズＬ$_1$～Ｌ$_5$の配列方向に直交する方向を向くように設定されている。

【００２９】

マイクロレンズアレイの使用時においては、レンズＬ$_1$に関して図６に代表例を示すように光ファイバＦ$_1$から傾斜面形成部１６を介してレンズＬ$_1$に光１８が入射し、光１８は、レンズＬ$_1$によりコリメート（平行光化）される。このとき、傾斜面形成部１６の傾斜面で反射された光１８ｒは、図６に示すように光ファイバＦ$_1$から逸れ、光ファイバＦ$_1$に入射しない。すなわち、傾斜面形成部１６を設けたことで光ファイバＦ$_1$へ戻る反射光やＦ$_1$の隣りの光ファイバへ入射する反射光を低減することができる。

【００３０】

次に、図７～１６を参照して図１，２に示したような片凸レンズ形式のマイクロレンズ基板の製法を説明する。

【００３１】

図７の工程では、石英基板１０の一方の主面に位置合せてマーク形成用のパターン４０ｍを有するレジスト層４０をホトリソグラフィ処理により形成する。レジスト層４０の厚さは、数μｍ程度とすることができる。

【００３２】

図８の工程では、レジスト層４０を覆ってスパッタ法によりＣｒ膜を３００ｎ

m程度の厚さに形成する。このとき、Ｃｒ膜の一部が位置合せマーク形成用のパターン４０mを介して基板１０の一方の主面に付着する。この後、リフトオフ処理によりレジスト層４０をその上のＣｒ膜と共に除去すると、基板１０の一方の主面には、Ｃｒ膜の付着部分が位置合せマークＭとして残存する。

【００３３】

図９の工程では、位置合せマークＭを使用するホトリソグラフィ処理により所望の５つのレンズに対応したレジスト層R_1～R_5を基板１０の一方の主面に形成する。

【００３４】

図１０の工程では、レジスト層R_1～R_5に加熱リフロー処理を施し、各レジスト層が球面状凸部をなすようにする。

【００３５】

図１１の工程では、レジスト層R_1～R_5及び石英基板１０の一方の主面にドライエッチング処理を施すことにより石英基板１０の一方の主面にレジスト層R_1～R_5のレンズパターンを転写してレジスト層R_1～R_5にそれぞれ対応するレンズL_1～L_5を形成する。

【００３６】

図１２の工程では、位置合せマークＭを使用するホトリソグラフィ処理により所望の２本の嵌合ピンに対応する孔４４，４６を有するレジスト層４２を基板１０の一方の主面に形成する。このとき、レンズL_1～L_5及び位置合せマークＭは、レジスト層４２で覆われる。

【００３７】

図１３の工程では、レジスト層４２を覆ってスパッタ法によりＣｕ／Ｃｒ積層（Ｃｒ層にＣｕ層を重ねた積層）４８を形成する。このとき、レジスト層４２の孔４４，４６内の基板表面にはＣｕ／Ｃｒ積層５０，５２が付着する。Ｃｒ層及びＣｕ層の厚さは、それぞれ３０ｎｍ及び３００ｎｍとすることができる。Ｃｒ層は、基板１０に対するＣｕ層の密着性を向上させるためのものである。

【００３８】

図１４の工程では、リフトオフ処理によりレジスト層４２をその上のＣｕ／Ｃ

ｒ積層４８と共に除去し、基板１０の一方の主面には、Ｃｕ／Ｃｒ積層５０，５２をメッキ下地層として残す。そして、位置合せマークＭを使用するホトリソグラフィ処理によりＣｕ／Ｃｒ積層５０，５２ををそれぞれ露呈する孔５６，５８を有するレジスト層５４を基板１０の一方の主面に形成する。レジスト層５４の厚さは、５０～１００μｍ程度とすることができる。

【００３９】

図１５の工程では、レジスト層５４をマスクとするＮｉ－Ｆｅ合金の選択メッキ処理によりＮｉ－Ｆｅ合金からなる嵌合ピン１２，１４をそれぞれレジスト層５４の孔５６，５８の内部でＣｕ／Ｃｒ積層５０，５２の上に形成する。

【００４０】

図１６の工程では、薬液処理等によりレジスト層５４を除去する。この結果、マイクロレンズ基板としては、石英基板１０の一方の主面に凸状のレンズ$Ｌ_1$～$Ｌ_5$が形成されると共に、レンズ$Ｌ_1$～$Ｌ_5$を含むレンズ列の一方側及び他方側にＣｕ／Ｃｒ積層５０，５２にそれぞれ重ねて嵌合ピン１２，１４が形成されたものが得られる。

【００４１】

図７～１６に関して上記した製法によれば、レンズ$Ｌ_1$～$Ｌ_5$の形成のためのホトリソグラフィ処理及び嵌合ピン１２，１４の形成のためのホトリソグラフィ処理のいずれにおいても位置合せマークＭを基準として縮小投影露光装置を用いて露光処理を行なったので、設計位置に対する誤差が±０．２μｍ以内となる良好な位置精度が得られた。

【００４２】

上記したマイクロレンズ基板の製法において、マイクロレンズ基板としては、レンズ$Ｌ_1$～$Ｌ_5$が一次元配列をなす例を示したが、複数のレンズが二次元配列をなすものも同様にして作成可能である。

【００４３】

次に、１７～２２を参照して結合板の製法の一例を説明する。

【００４４】

図１７の工程では、例えばガラス、石英又はシリコン等からなる基板６０の一

方の主面にメッキ下地層としてＣｕ／Ｃｒ積層６２をスパッタ法により形成する。Ｃｒ層及びＣｕ層の厚さは、それぞれ３０ｎｍ及び３００ｎｍとすることができる。

【００４５】

図１８の工程では、ホトリソグラフィ処理により所望の透光窓パターンに対応するレジスト層Ｒ１１と、所望の嵌合孔パターンに対応するレジスト層Ｒ１２，Ｒ１３と、所望のガイドピン挿通孔パターンにそれぞれ対応するレジスト層Ｒ１４，Ｒ１５とをＣｕ／Ｃｒ積層６２の上に形成する。レジスト層Ｒ１１は、透光窓より若干大きなサイズを有するように形成し、レジスト層Ｒ１２，Ｒ１３は、いずれも嵌合孔より若干大きなサイズ（直径）を有するように形成し、レジスト層Ｒ１４，Ｒ１５は、いずれもガイドピン挿通孔より若干大きなサイズ（直径）を有するように形成する。レジスト層Ｒ１１～Ｒ１５は、いずれも開口部のサイズが外方に向けて徐々に増大するのを可能にするものである。

【００４６】

次に、図１９の工程では、ホトリソグラフィ処理により基板上面にレジスト層６４，Ｒ２２～Ｒ３０を形成する。レジスト層６４は、所望の結合板の平面パターンに対応した孔６４ａを有するように形成する。レジスト層Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２６，Ｒ２８，Ｒ３０は、孔６４ａ内においてそれぞれレジスト層Ｒ１１，Ｒ１２，Ｒ１３，Ｒ１４，Ｒ１５の上に形成する。レジスト層Ｒ２２は、透光窓に相当するもので、透光窓に相当するサイズを有するように形成する。レジスト層Ｒ２４，Ｒ２６は、いずれも嵌合孔に対応するもので、嵌合孔に相当するサイズ（直径）を有するように形成する。レジスト層Ｒ２８，Ｒ３０は、いずれもガイドピン挿通孔に対応するもので、ガイドピン挿通孔に相当するサイズ（直径）を有するように形成する。

【００４７】

図２０の工程では、レジスト層６４，Ｒ１１～Ｒ１５，Ｒ２２～Ｒ３０をマスクとするＮｉ－Ｆｅ合金の選択メッキ処理によりＮｉ－Ｆｅ合金層からなる結合板２０を形成する。このとき、結合板２０は、レジスト層Ｒ２２～Ｒ３０のうちの各レジスト層の周囲で上方に進むほど各レジスト層から離れるように（上方に

進むに従って開口部のサイズが増大するように）形成される。これは、Ｒ２２等の各レジスト層の周辺部では、メッキ下地膜としてのＣｕ／Ｃｒ積層６２がＲ１１等のレジスト層で覆われているため、Ｃｕ／Ｃｒ積層６２の真上に位置する部分に比べてメッキの成長が遅れることによるものである。

【００４８】

図２１の工程では、薬液処理等によりレジスト層６４，Ｒ１１～Ｒ１５，Ｒ２２～Ｒ３０を除去して結合板２０に透光窓２２、嵌合孔２４，２６及びガイドピン挿通孔２８，３０を付与する。

【００４９】

図２２の工程では、エッチング処理によりＣｕ／Ｃｒ積層６２のうちのＣｕ層を除去して基板６０から結合板２０を分離する。Ｃｒ層６２ａが基板６０上に残される。基板６０は、Ｃｒ層６２ａの上にＣｕ層をスパッタ法で形成することにより反復使用することができる。

【００５０】

図２３～２６は、この発明に係る結合板の製法の他の例を示すもので、図１７～２２と同様の部分には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

【００５１】

図２３の工程では、所望の透光窓パターンに対応する孔Ｑ１と、所望の嵌合孔パターンに対応する孔Ｑ２，Ｑ３と、所望のガイドピン挿通孔パターンに対応する孔Ｑ４，Ｑ５とを有するＣｕ／Ｃｒ積層６２をメッキ下地層として基板６０の一方の主面に形成する。孔Ｑ１は、透光窓より若干大きなサイズで形成する。孔Ｑ２，Ｑ３は、いずれも嵌合孔より若干大きなサイズ（直径）で形成し、孔Ｑ４，Ｑ５は、いずれもガイドピン挿通孔より若干大きなサイズ（直径）で形成する。孔Ｑ１～Ｑ５は、いずれも開口部のサイズが外方に向けて徐々に増大するのを可能にするものである。

【００５２】

孔Ｑ１～Ｑ５を有するＣｕ／Ｃｒ積層６２を得るためには、基板６０の一方の主面に孔Ｑ１～Ｑ５にそれぞれ対応するリフトオフ用のレジスト層を形成した後、基板６０の一方の主面に各レジスト層を覆ってＣｕ／Ｃｒ積層６２をスパッタ

法で形成し、リフトオフ処理により各レジスト層をその上のＣｕ／Ｃｒ積層と共に除去する。Ｃｕ／Ｃｒ積層６２をスパッタ法で形成する際、Ｃｒ層及びＣｕ層の厚さはそれぞれ１５ｎｍ及び２００ｎｍとすることができる。

【００５３】

次に、図１９に関して前述したと同様にして基板６０の一方の主面にレジスト層６４，Ｒ２２～Ｒ３０を形成する。レジスト層６４は、所望の結合板の平面パターンに対応した孔６４ａを有するように形成する。レジスト層Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２６，Ｒ２８，Ｒ３０は、孔６４ａ内においてそれぞれ孔Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３，Ｑ４，Ｑ５の中に位置するように形成する。この結果、レジスト層Ｒ２２～Ｒ３０のうちの各レジスト層の周辺部では、基板６０の表面部分が環状に露呈されることになる。

【００５４】

図２４の工程では、レジスト層６４，Ｒ２２～Ｒ３０をマスクとするＮｉ－Ｆｅ合金の選択メッキ処理によりＮｉ－Ｆｅ合金層からなる結合板２０を形成する。このとき、Ｒ２２等の各レジスト層の周辺部では、メッキ下地膜としてのＣｕ／Ｃｒ積層６２が円環状に欠如しているため、Ｃｕ／Ｃｒ積層６２の真上に位置する部分に比べてメッキの成長が遅れる。このため、結合板２０は、Ｒ２２等の各レジスト層の周囲で上方に進むほど各レジスト層から離れるように（上方に進むに従って開口部のサイズが増大するように）形成される。

【００５５】

図２５の工程では、薬液処理等によりレジスト層６４，Ｒ２２～Ｒ３０を除去して結合板２０に透光窓２２、嵌合孔２４，２６及びガイドピン挿通孔２８，３０を付与する。

【００５６】

図２６の工程では、Ｃｕ／Ｃｒ積層６２のうちのＣｕ層をエッチングで除去して基板６０から結合板２０を分離する。Ｃｒ層６２ａが基板６０上に残される。

【００５７】

図２７は、この発明に係る結合板の更に他の例を示すもので、図１７～２６と同様の部分には同様の符号を付して詳細な説明を省略する。

【００５８】

図２７（Ａ）の工程では、基板６０の一方の主面を覆うＣｕ／Ｃｒ積層６２の上にレジスト層６４，Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２８を形成する。レジスト層６４は、所望の結合板の平面パターンに対応した孔６４ａを有するように形成する。レジスト層Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２８は、いずれも孔６４ａ内において上部から下部に進むにつれてサイズが増大するように形成する。ここで、層Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２８のような順テーパー状のレジスト形状を得るためには、ステッパ（縮小投影露光装置）を用いた場合、

（１）フォーカス位置をレジスト内に設定する方法、

（２）レジスト下部にて露光量を小さく設定する方法（ポジレジスト用の方法）、

（３）露光マスクにおいて、マスク部の透過率を徐々に変化させる（レジストの裾にいくに従って透過率を高くする）方法

のうちのいずれかの方法を用いることができる。

【００５９】

図２７（Ｂ）の工程では、レジスト層６４，Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２８をマスクとするＮｉ－Ｆｅ合金の選択メッキ処理によりＮｉ－Ｆｅ合金層からなる結合板２０を形成する。そして、薬液処理等によりレジスト層６４，Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２８を除去する。レジスト層Ｒ１～Ｒ４，Ｒ２１～Ｒ２４を除去したため、結合板２０には、透光窓２２、嵌合孔２４及びガイドピン層通孔２８が付与される。透光窓２２、嵌合孔２４及びガイドピン層通孔２８は、いずれも対応するレジスト層が上部から下部に進むにつれてサイズが増大するようになっていたため、結合板２０の上面から下面に進むにつれてサイズが増大するように形成される。この後は、エッチング処理によりＣｕ／Ｃｒ積層６２のうちのＣｕ層を除去し、結合板２０を基板６０から分離する。図２７（Ａ），（Ｂ）では、マイクロレンズ基板の約半分の製法を示したが、残りの半分も同様にして製作できる。

【００６０】

図１７～２７に関して上記した結合板の製法によれば、透光窓２２、嵌合孔２４，２６及びガイドピン挿通孔２８，３０の位置やサイズを０．５μｍ等のサブ

ミクロンの精度で設定することができる。

【００６１】

図２３～２６に関して上記した結合板の製法によれば、次の（ａ）及び（ｂ）のような付加的効果が得られる。

【００６２】

（ａ）図１８の工程では、レジスト層Ｒ１１～Ｒ１５の厚さが２μｍ以上であるため、基板上の凹凸が大きい。このため、図１９の工程では、レジスト塗布の平坦性が損なわれやすく、レジスト層６４，Ｒ２２～Ｒ３０の寸法変動を招きやすい。これに対し、図２３の工程では、リフトオフ用のレジスト層を除去すると共にＣｕ／Ｃｒ積層６２の厚さが２００ｎｍ程度と薄いので、基板上の凹凸が小さい。このため、図２３の工程では、レジスト塗布の均一性が向上し、レジスト層６４，Ｒ２２～Ｒ３０の寸法変動が低減される。従って、結合板２０の製造歩留りが向上する。

【００６３】

（ｂ）図２０の工程では、レジスト層Ｒ２２，Ｒ２４，Ｒ２６，Ｒ２８，Ｒ３０の下にレジスト層Ｒ１１，Ｒ１２，Ｒ１３，Ｒ１４，Ｒ１５がそれぞれ存在する状態でメッキ処理を行なうので、図２１の工程でレジスト除去を行い且つ図２２の工程でＣｕエッチングを行なっても、結合板２０において嵌合孔２４，２６及びガイドピン挿通孔２８，３０内にレジストが残り、汚染を招きやすい。汚染は、図２に示したように結合板２０にガイドピンや嵌合ピンを挿通する際に位置決め精度の低下を招く。これに対し、図２４の工程では、レジスト層Ｒ２２～Ｒ３０の下にレジスト層が存在しない状態でメッキ処理を行なうので、結合板２０に付着して残存するレジスト量が少なくなり、汚染を低減できる。従って、結合板にガイドピンや嵌合ピンを挿通する際の位置決め精度が向上する。

【００６４】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、基板のレンズ形成面には金属製の複数の嵌合ピンを形成すると共に、金属製の結合板には基板の複数のレンズに対応する透光窓と複数の嵌合ピンにそれぞれ対応する複数の嵌合孔と複数のガイドピン挿通

孔とを付与し、複数の嵌合ピンと複数の嵌合孔との嵌合により結合板を基板に装着してマイクロレンズアレイを構成したので、光ファイバアレイ等の光部品に設けた複数のガイドピンをマイクロレンズアレイの複数のガイドピン挿通孔にそれぞれ挿通するだけで簡単に且つ精度良く結合を達成できる効果が得られる。また、この発明のマイクロレンズアレイは、メッキ処理等を含む薄膜プロセスにより簡単に且つ精度良く製作できる利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図１】　この発明の一実施形態に係るマイクロレンズアレイの組立て前の状態を示す斜視図である。

【図２】　図１のマイクロレンズアレイを組立てた後光ファイバアレイに結合した状態を示す断面図である。

【図３】　図２の光ファイバアレイの端面図である。

【図４】　マイクロレンズ基板の他の例を示す断面図である。

【図５】　マイクロレンズ基板の更に他の例を示す断面図である。

【図６】　図５のマイクロレンズ基板のＹ－Ｙ’線に沿う断面図である。

【図７】　この発明に係るマイクロレンズ基板の製法におけるレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図８】　図７の工程に続くスパッタ工程及びリフトオフ工程を示す断面図である。

【図９】　図８の工程に続くレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図１０】　図９の工程に続くレジストリフロー工程を示す断面図である。

【図１１】　図１０の工程に続くレンズ形成工程を示す断面図である。

【図１２】　図１１の工程に続くレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図１３】　図１２の工程に続くスパッタ工程を示す断面図である。

【図１４】　図１３の工程に続くリフトオフ工程及びレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図１５】　図１４の工程に続く選択メッキ工程を示す断面図である。

【図１６】　図１５の工程に続くレジスト除去工程を示す断面図である。

【図１７】　この発明に係る結合板の製法の一例におけるメッキ下地層形成

工程を示す断面図である。

【図１８】　図１７の工程に続くレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図１９】　図１８の工程に続くレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図２０】　図１９の工程に続く選択メッキ工程を示す断面図である。

【図２１】　図２０の工程に続くレジスト除去工程を示す断面図である。

【図２２】　図２１の工程に続く分離工程を示す断面図である。

【図２３】　この発明に係る結合板の製法の他の例におけるメッキ下地層形成工程及びレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図２４】　図２３の工程に続く選択メッキ工程を示す断面図である。

【図２５】　図２４の工程に続くレジスト除去工程を示す断面図である。

【図２６】　図２５の工程に続く分離工程を示す断面図である。

【図２７】　この発明に係る結合板の製法の更に他の例を示す断面図であって、（Ａ）はレジスト層形成工程を、（Ｂ）は選択メッキ工程及びレジスト除去工程をそれぞれ示すものである。

【図２８】　従来のマイクロレンズアレイの製法におけるレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図２９】　図２８の工程に続くレンズ形成工程及びレジスト層形成工程を示す断面図である。

【図３０】　図２９の工程に続く選択エッチング工程を示す断面図である。

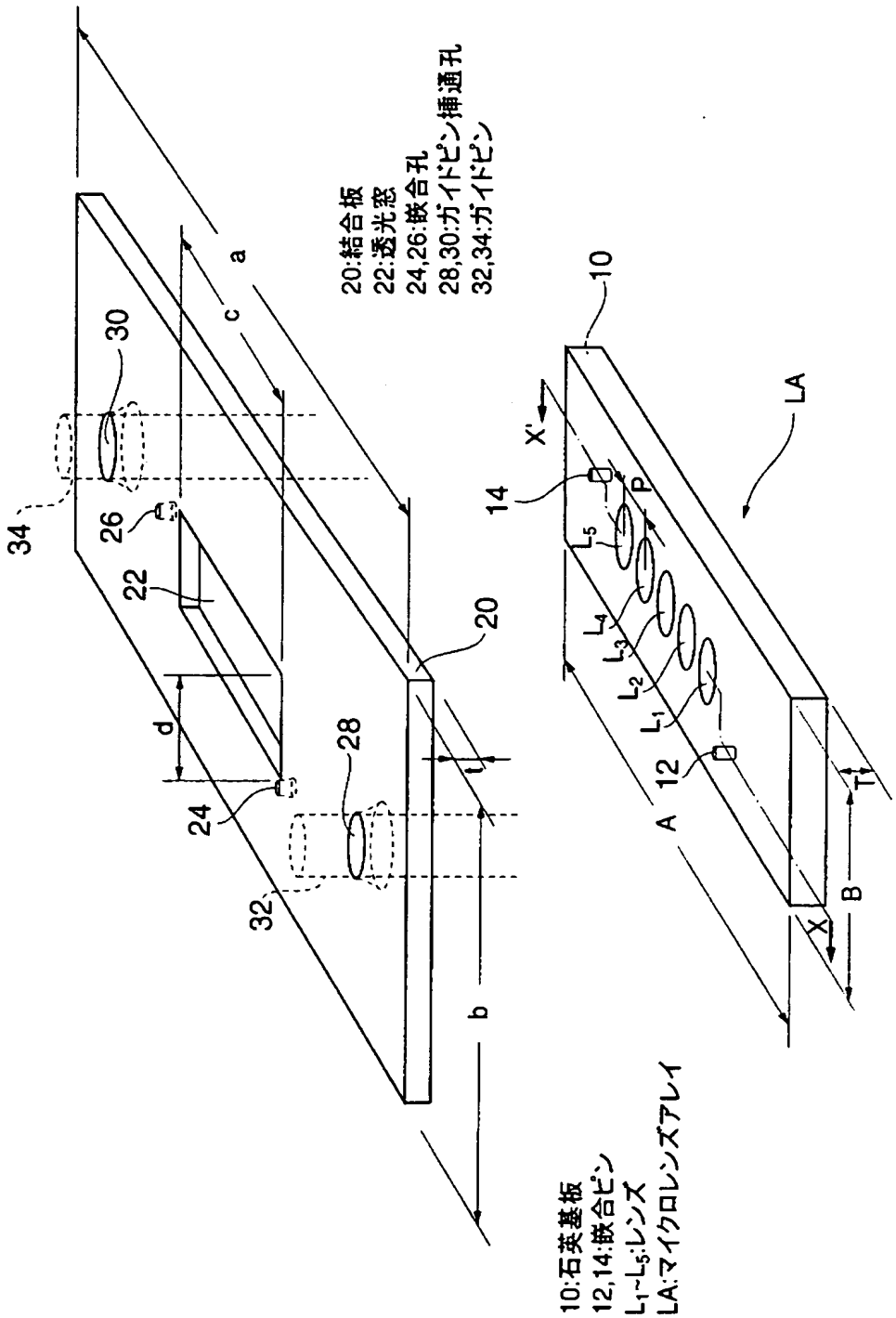
【図３１】　図３０の光ファイバアレイに光ファイバを装着した状態を示す断面図である。

【符号の説明】

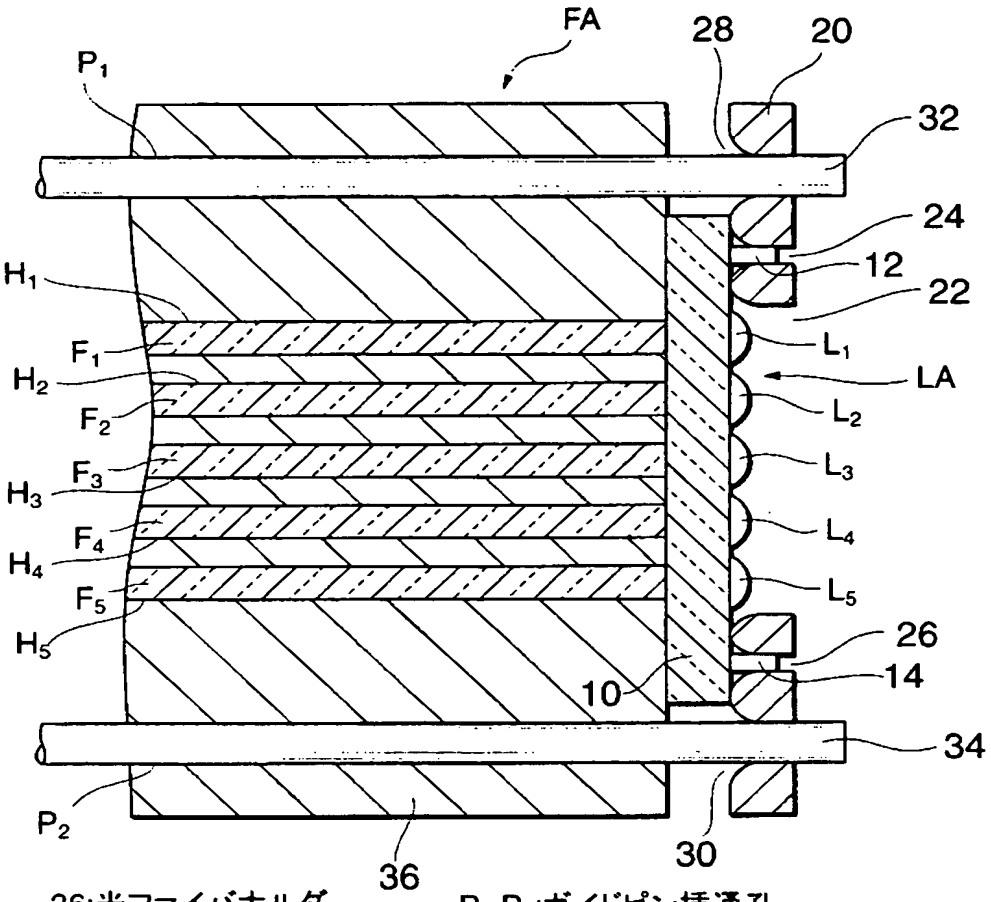
１０，６０：石英基板、１２，１４：嵌合ピン、２０：結合板、２２：透光窓、２４，２６：嵌合孔、２８，３０，P_1，P_2：ガイドピン挿通孔、３２，３４：ガイドピン、３６：光ファイバホルダ、４０，４２，５４，６４，R_1～R_5，R_{11}～R_{15}、R_{22}～R_{30}：レジスト層、４８～５２，６２：Ｃｕ／Ｃｒ積層、L_1～L_5：レンズ、ＬＡ：マイクロレンズアレイ、H_1～H_5：保持孔、F_1～F_5：光ファイバ、ＦＡ：光ファイバアレイ、Ｍ：位置合せマーク。

【書類名】　　図面

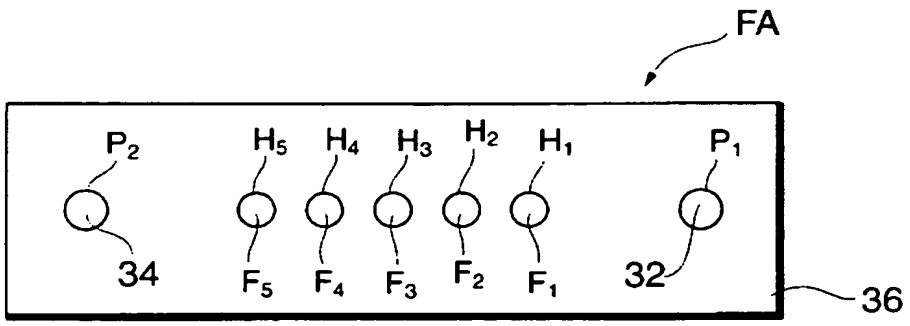
【図１】


20:結合板
22:透光窓
24,26:嵌合孔
28,30:ガイドピン挿通孔
32,34:ガイドピン
10:石英基板
12,14:嵌合ピン
L1~L5:レンズ
LA:マイクロレンズアレイ
a
b
c
d
t
T
A
B
P
X
X'
10
12
14
20
22
24
26
28
30
32
34
LA
L1
L2
L3
L4
L5

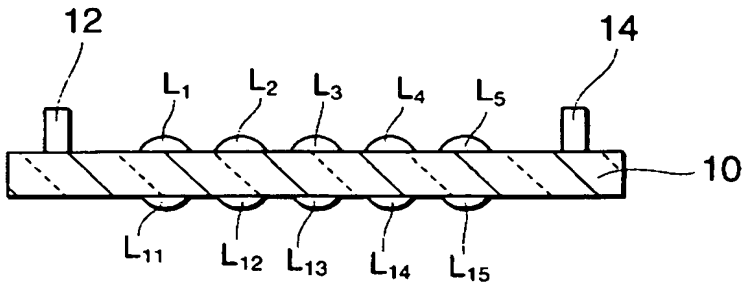
【図２】


FA
28
20
P1
32
24
12
22
H1
F1
L1
H2
LA
F2
L2
F3
L3
H3
F4
L4
H4
F5
L5
H5
26
14
10
34
P2
36
30
36:光ファイバホルダ
H1~H5:保持孔
F1~F5:光ファイバ
P1,P2:ガイドピン挿通孔
FA:光ファイバアレイ

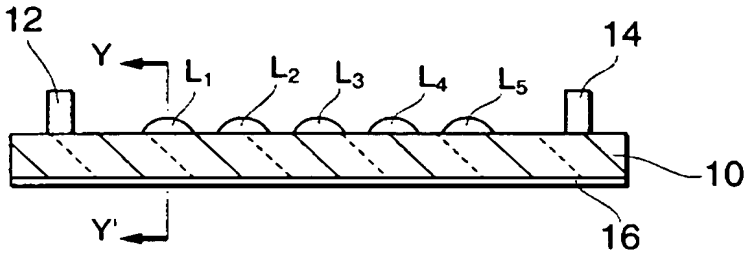
【図３】


FA
P2
H5
H4
H3
H2
H1
P1
34
F5
F4
F3
F2
F1
32
36

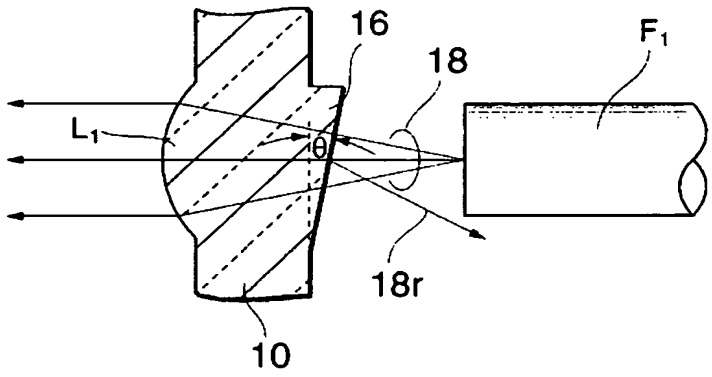
【図４】



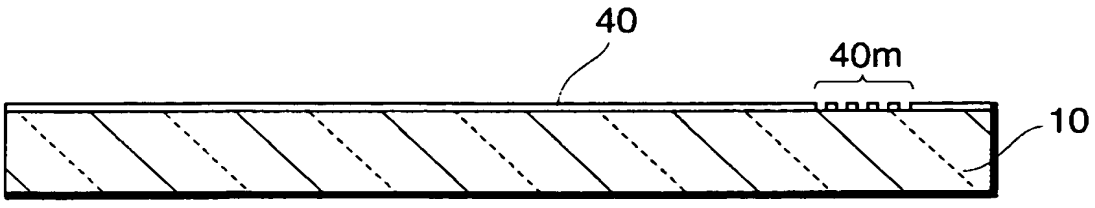
【図５】



【図６】

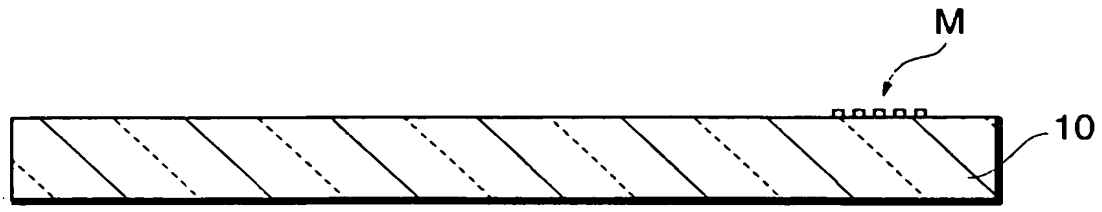


【図７】



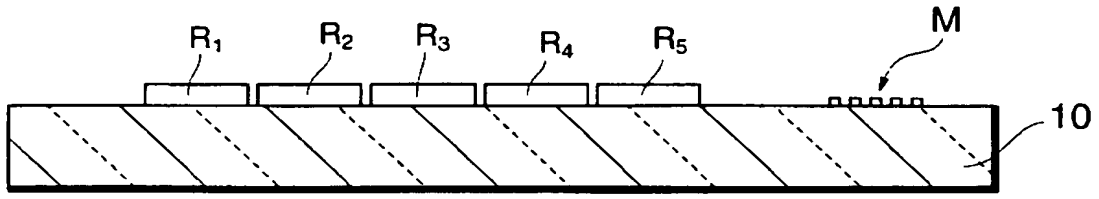
40:レジスト層

【図８】



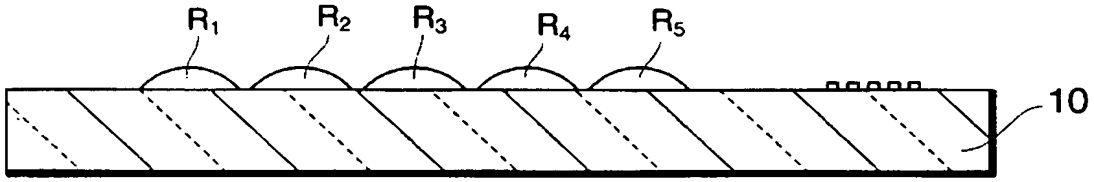
M:位置合わせマーク

【図９】

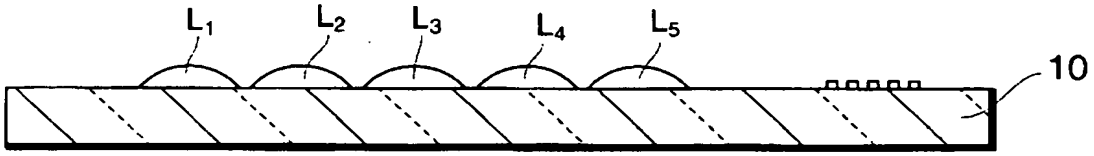


R_1~R_5:レジスト層

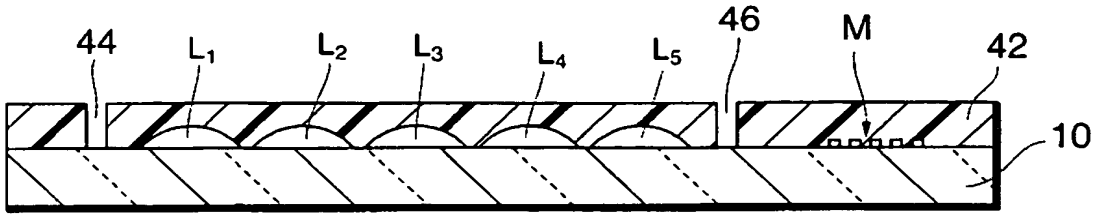
【図１０】



【図１１】

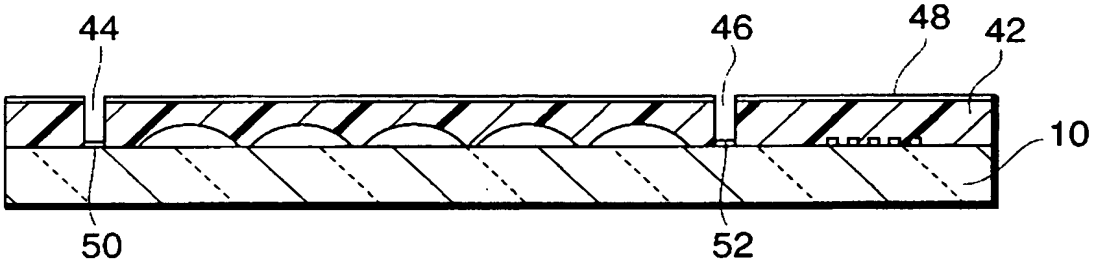


【図１２】



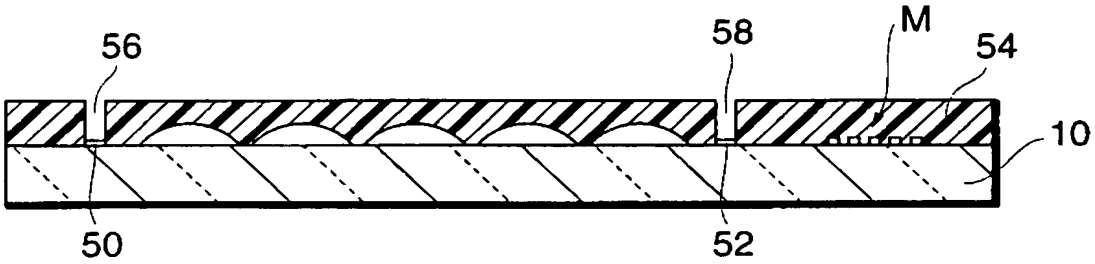
42:レジスト層

【図１３】



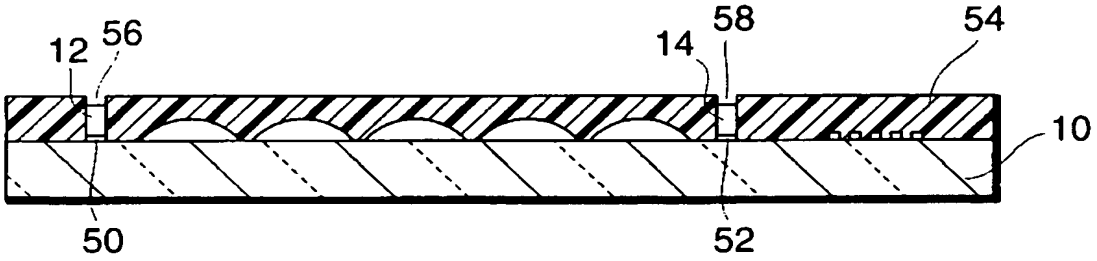
48~52:Cu/Cr積層

【図１４】

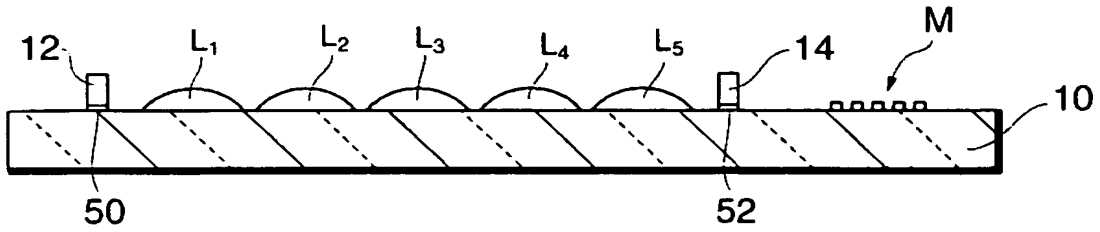


54:レジスト層

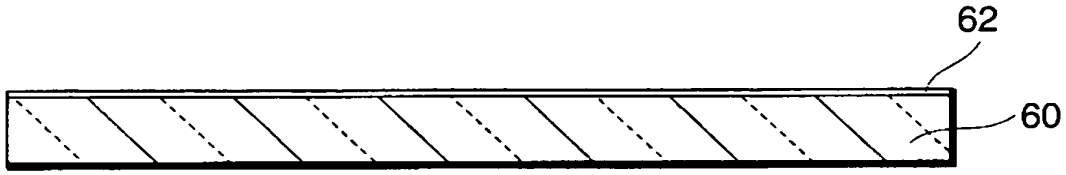
【図１５】



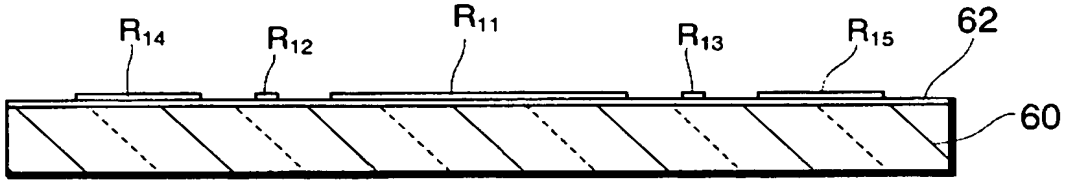
【図１６】



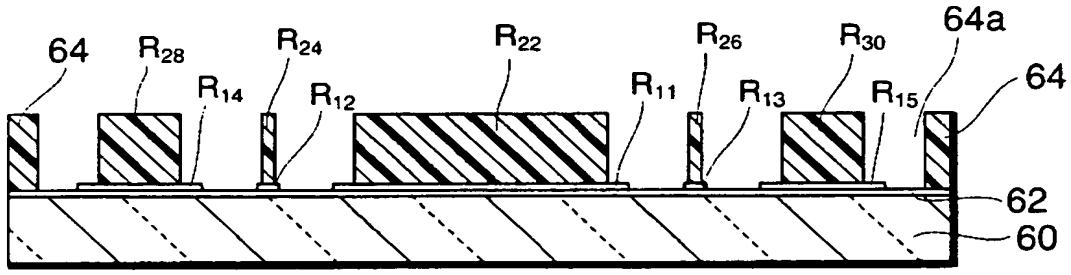
【図１７】



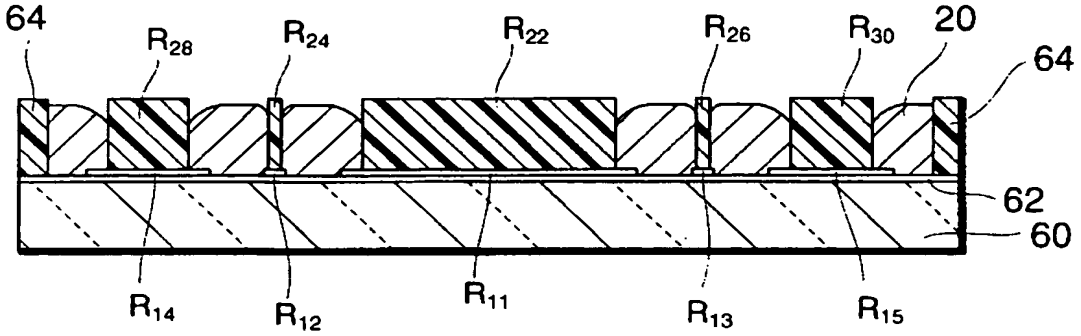
【図１８】



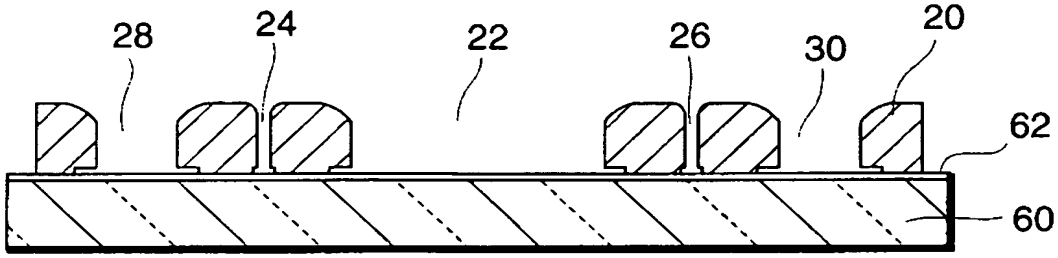
【図１９】



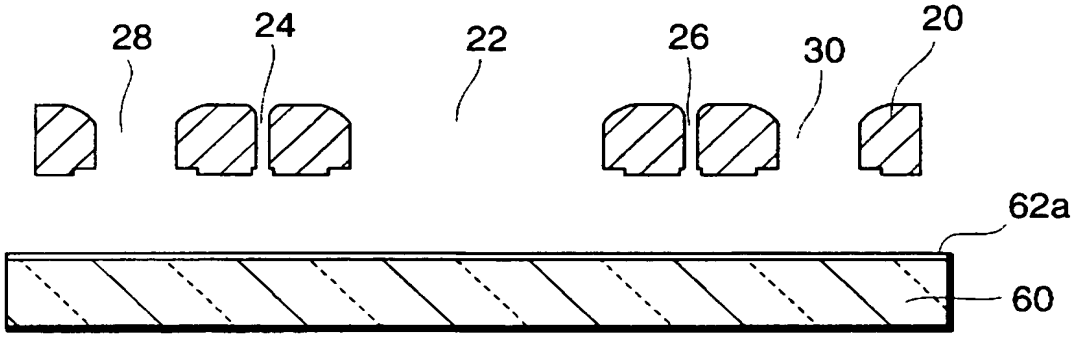
【図２０】



【図２１】

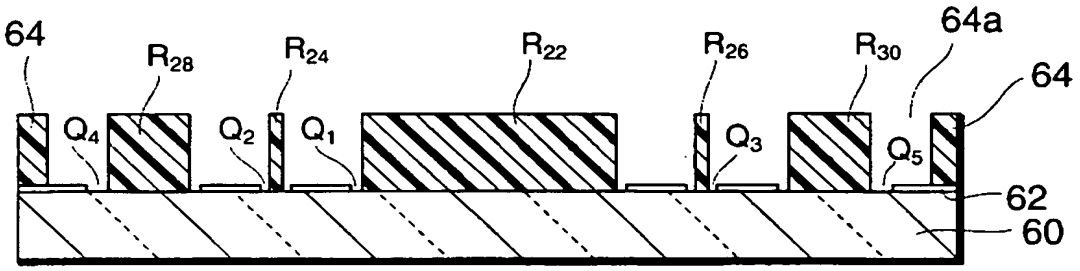


【図２２】

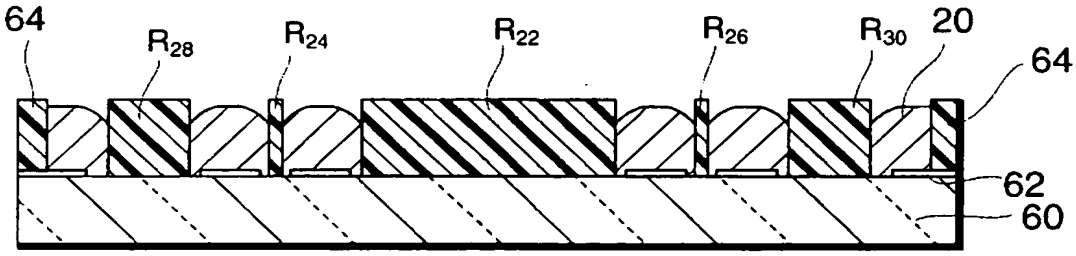


62a:Cr層

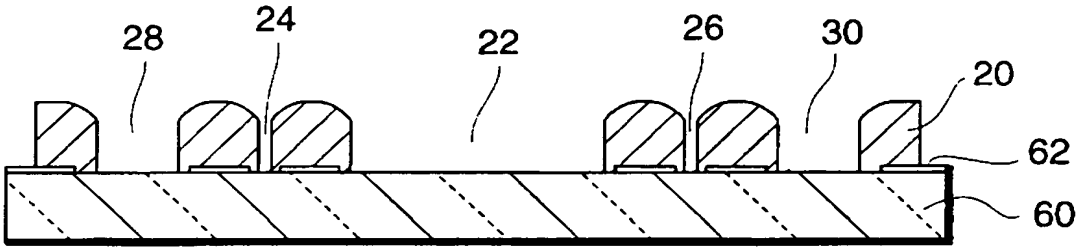
【図２３】


64
R28
R24
R22
R26
R30
64a
64
Q4
Q2
Q1
Q3
Q5
62
60

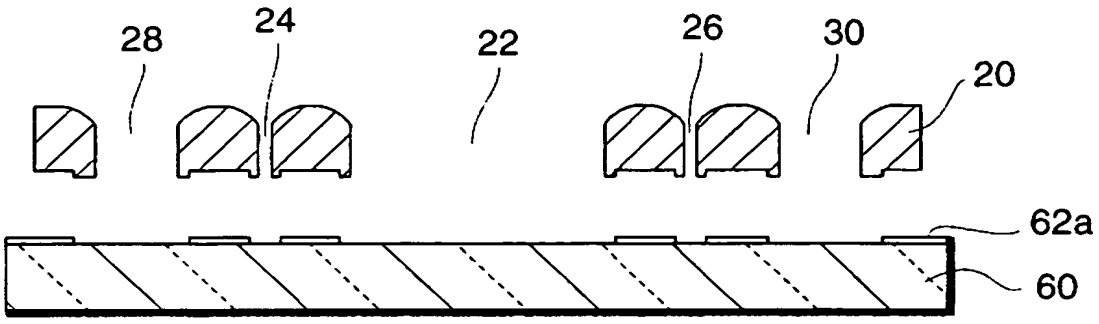
【図２４】


64
R28
R24
R22
R26
R30
20
64
62
60

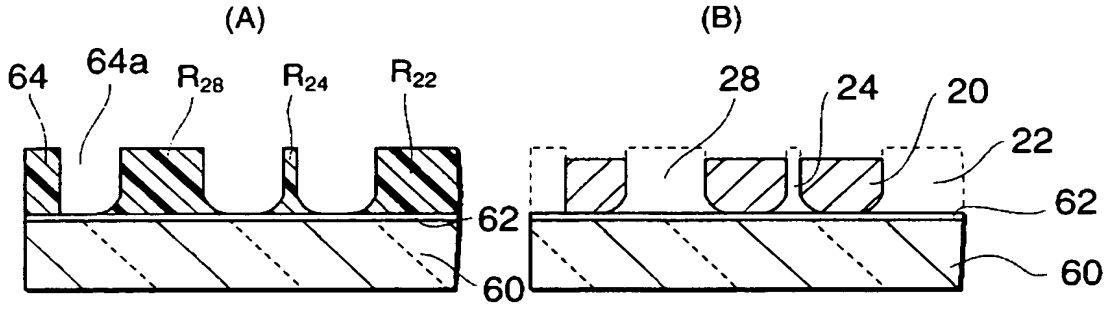
【図２５】


28
24
22
26
30
20
62
60

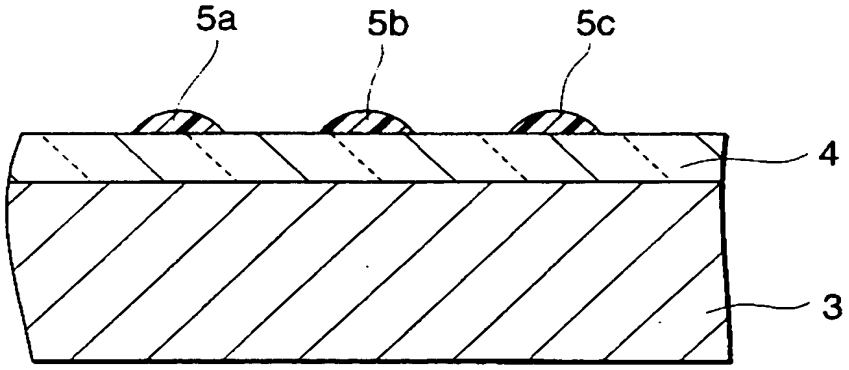
【図２６】


28
24
22
26
30
20
62a
60

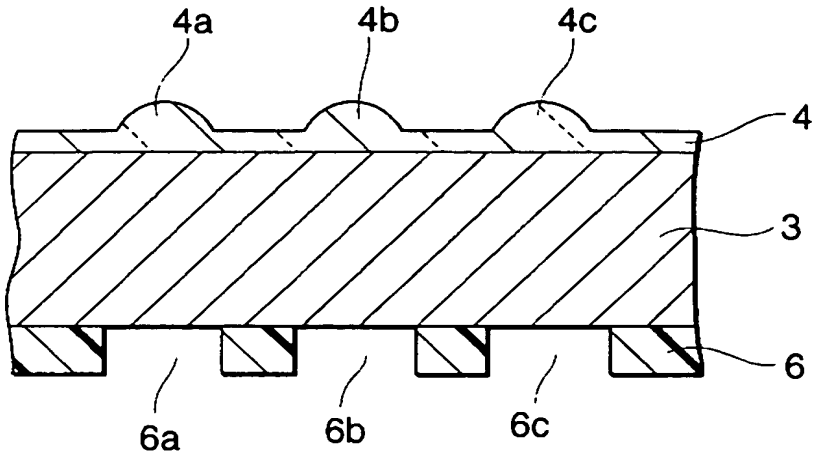
【図２７】


(A)
(B)
64
64a
R_{28}
R_{24}
R_{22}
28
24
20
22
62
62
60
60

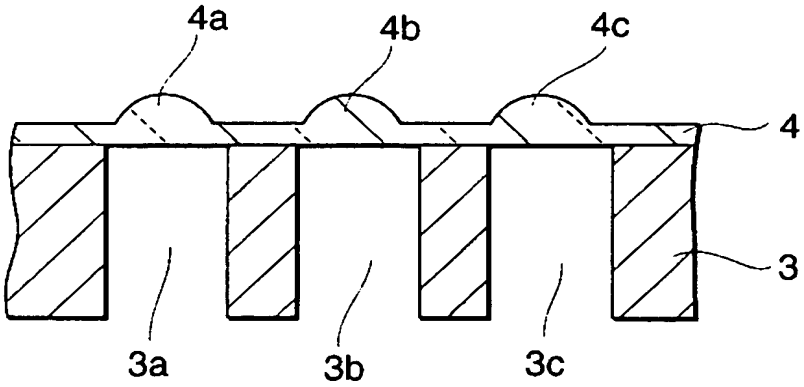
【図２８】


5a
5b
5c
4
3

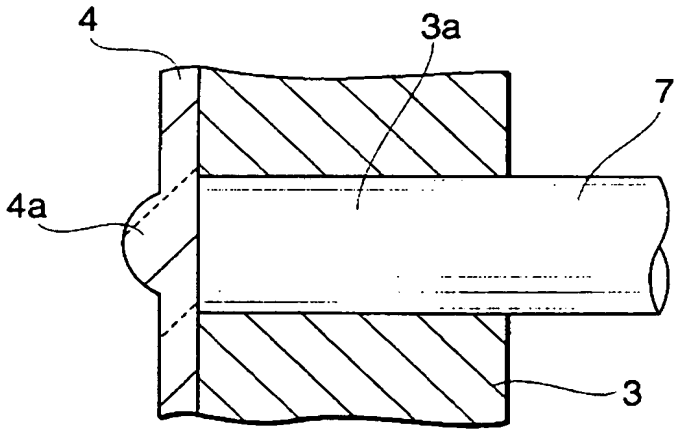
【図２９】



【図３０】



【図３１】



【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　光ファイバアレイに対して簡単に且つ精度良く結合可能なマイクロレンズアレイとその製法を提供する。

【解決手段】　マイクロレンズアレイＬＡは、石英基板１０と、この基板に装着されるメッキ金属製の結合板２０とを備えている。基板１０の一方の主面には、レンズＬ$_1$～Ｌ$_5$及びメッキ金属製の嵌合ピン１２，１４が形成されている。結合板２０には、レンズＬ$_1$～Ｌ$_5$の通過光の透過を可能にする透光窓２２が設けられると共に、一方の主面から他方の主面に近づくにつれて直径が増大するように嵌合孔２４，２６及びガイドピン挿通孔２８、３０が設けられている。嵌合ピン１２，１４を嵌合孔２４，２６に嵌合させて基板１０に結合板２０を装着した状態において光ファイバアレイの端面にてガイドピン３２，３４を挿通孔２８，３０に挿通することにより光ファイバアレイにマイクロレンズアレイＬＡを結合する。

【選択図】　　図１

特願２００２－２９２５２５

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００４０７５］

１．変更年月日　　１９９０年　８月２２日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　静岡県浜松市中沢町１０番１号
氏　名　　ヤマハ株式会社